

8^o Phys. sp.

469 / 36



Ueber
DIE EINWIRKUNG
DER TEMPERATUREN DES WASSERS

auf die
MOTORISCHEN NERVEN DES FROSCHES.

Von
C. ECKHARD.

HEIDELBERG.

AKADEMISCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG VON C. F. WINTER.

1850.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

BIBLIOTHECA
REGIA.
MOVICENSIS.

MOVICENSIS
REGIA
BIBLIOTHECA

1) Bei allen folgenden Untersuchungen habe ich mich des Nervus ischiadicus mit dem anhängenden Musculus gastrocnemius bedient. Ich halte das Präparat in dieser Form für das zweckmässigste unter allen ähnlichen, auf welche man bei dieser Gelegenheit verfallen könnte: es ist einfach, übersichtlich und bietet eine hinlänglich lange Nervenstrecke, wie ein Theil der Untersuchungen sie voraussetzt. Es ist genau dasselbe, welches E. du Bois-Reymond bei einer grossen Anzahl seiner Untersuchungen über thierische Electricität angewandt hat. Die von demselben angegebene Präparationsmethode (Siehe dessen Untersuchungen über thierische Electricität Bd. I. pag. 255) ist als sehr zweckmässig zu empfehlen. Statt des Musculus gastrocnemius den ganzen enthäuteten Unterschenkel am Nervus ischiadicus hängen zu lassen, ist nicht anzurathen, weil ein solches Präparat zur Beantwortung mancher Fragen undienlich ist; z. B. zu der, ob ein und dieselbe Strecke des Nerven bei wiederholter Einwirkung gewisser Temperaturen wiederholt Zuckungen erregen könne? Denn man sieht ein, dass es we-

gen der Menge und der Lagerungsweise der zahlreichen Muskeln des Unterschenkels und Fusses schwierig sein wird, zu entscheiden, ob bei wiederholter Reizung dieselben Muskeln zucken, welche es bei der ersten thaten, wovon doch allein die Entscheidung der genannten Frage abhängt. Blosser Zuckungen an einem Unterschenkel oder Fuss in jedem von zwei auf einander folgenden Reizversuchen beweisen Nichts, da im zweiten Versuche Muskeln zucken können, deren Fasern im ersten, vielleicht weil mehr im Innern des Nervenstammes liegend, nicht von einer Temperatur getroffen wurden, die fähig ist, einen Zuckungen erregenden Vorgang im Nerven hervorzurufen.

2) Es ist nun am einfachsten, die Versuche in der Weise anzustellen, dass man das Präparat in eine offene Glasröhre schliesst, das heraushängende Nervenstück in Wasser von bekanntem Temperaturgrad taucht und den Erfolg beobachtet. Noch zweckmässiger kann man ohne Nachtheil für das Präparat den Muskel auf eine Glasplatte legen und den Nerven an einem Ende herunterhängen lassen, weil die Röhre sehr leicht schmutzig wird und die Beobachtung der Zuckungen des Muskels stört. Dass man beim Experimentiren das Thermometer weder unmittelbar auf den Boden des Gefässes aufsetzen, noch in eine andere, weit von der Oberfläche entfernte Schicht eintauchen lassen darf, sondern dass es nöthig ist, jenes durch eine beliebige Vorrichtung so zu befestigen, dass seine Kugel nicht weit von der Oberfläche der Flüssigkeit steht, versteht sich von selbst. Ebenso, dass man vorher den Nerven nicht längere Zeit Wasserdämpfen aussetze, wozu man sehr geneigt ist, wenn man das Präparat bereits zugerichtet hat und das Thermometer noch nicht genau den gewünschten Wärmegrad anzeigt, da jene dann die

Structur des Nerven leicht zerstören (um so schneller, je höher sie sind) und man oft in Fällen keine Zuckungen erhält, wo sie hätten eintreten sollen. Ferner ist es rathsam, sich unmittelbar vor dem Versuch von der Reactionsfähigkeit des Nerven zu überzeugen. Ich bediene mich hierzu entweder eines einfachen Bogens in der von Poggendorf angegebenen Form (Siehe du Bois I. pag. 445) oder ich binde an das Hirnende des Nerven einen Seidenfaden. Indem man an diesen noch ein kleines Gewicht (Nähnadel) bindet, erreicht man dadurch noch den Nebenzweck, dass beim Eintauchen der Nerv nicht bloss in der aller oberflächlichsten (kältern) Wasserschicht verbleibt, was sich bisweilen ereignet, sondern wirklich bis in die hineinragt, in welcher das Thermometer steht.

Ebenso sicher und zugleich noch etwas bequemer ist folgende Methode. A. (Fig. 1) ist ein an einem Stativ verstellbares blechernes Wassergefäss, welches durch eine untergestellte Weingeistlampe erhitzt wird. Aus ihm führt eine durch den Hahn B absperrbare Röhre C in ein kleineres, oben offenes Gefäss D. Die Oeffnung wird durch einen Korkpfropf, durch welchen ein Thermometer bis auf den Boden geht, verschlossen. In letzterem findet sich eine Oeffnung, die in eine kurze Ansatzröhre E von Horn führt, welche ebenfalls mit einem Hahn F versehen ist. Ist das Wasser in A auf einen etwas höhern Grad erhitzt, als mit dem man zu experimentiren beabsichtigt, so öffnet man gleichzeitig B und F, das Thermometer steigt und zeigt genau den Wärmegrad des im Ansatzröhrchen ausfliessenden Wassers an. Sobald C und D durchwärmt sind, kann man das Lampenfeuer so reguliren, dass das Thermometer nicht mehr, wenigstens nicht mehr während der Dauer eines Versuchs, augenfällig schwankt. Das Verhältniss der Lumina der Röhren C und E zu einander macht

es nothwendig, dass der Hahn B nicht vollständig, sondern nur theilweise geöffnet werden darf. Sobald nun das Thermometer stationär geworden ist, hält man den an einen Seidenfaden gebundenen Nerven des in einer Glasröhre oder auf einer Glasplatte liegenden Muskels in das bei E ausfliessende Wasser. Dieses wird der Reinlichkeit wegen in einem unterstehenden Gefäss wieder aufgesammelt. Dass von einer mechanischen Wirkung des Wassers hierbei keine Rede sein kann, wird Jedermann einsehen, der nur einige Versuche mit diesem Apparat anstellt. Die Bequemlichkeit dieser Methode liegt darin, dass sich Nerv und Muskel, weil in einer Ebene liegend, besser gleichzeitig beobachten lassen.

3) Die so eben besprochenen Methoden können natürlich nur dazu dienen, um die positiven Temperaturgrade zu ermitteln, bei deren Application auf den Nerven der Muskel mit Zuckung antwortet und einige damit in Zusammenhang stehende Fragen zu entscheiden. Da aber diejenigen Temperaturgrade, welche keine Zuckungen hervorrufen, dennoch den unverkennbaren Einfluss auf den motorischen Nerven ausüben, dass sie dessen Structur in längerer oder kürzerer Zeit zerstören, so ist darauf zu denken, sich zur Bestimmung dieser Zeiten auf längere Zeiten konstante Temperaturen zu verschaffen. Ich habe mich hierzu einer früher von Kopp bei einer andern Gelegenheit angegebenen Methode bedient. Auf dem Boden eines nicht allzu kleinen Metallgefässes steht auf Holzklötzchen ein zweites von geringern Dimensionen. Letzteres und der Raum zwischen beiden werden mit Wasser gefüllt. Durch Erhitzen des äussern Gefässes wird das Wasser des innern durch Wärmemittheilung des Wassers im gedachten Zwischenraum erwärmt. Dies geht wegen der geringen Leitungs-

fähigkeit der Flüssigkeiten sehr langsam, aber eben so langsam nimmt dann auch die Temperatur der Flüssigkeit des innern Gefässes wieder ab. Hat man daher einmal die verlangte Temperatur sich hergestellt, so ist es nicht schwierig, dieselbe durch Regulirung der Lampe längere Zeit hindurch auf diesem Punkt zu erhalten. Es versteht sich von selbst, dass diese Vorrichtung zur Ermittlung der Temperaturen, bei denen Zuckungen entstehen, noch brauchbarer ist, als wenn man ein einfaches Gefäss anwendet. Ich habe daher auch stets dieses Doppelgefäss angewandt.

Um das im innern Gefäss enthaltene, destillirte Wasser auf einem niedrigern Temperaturgrade, als dem der Umgebung zu erhalten, legt man in das Wasser des Zwischenraums beider Gefässe nach Bedürfniss mehr oder weniger grosse Eisstückchen und rührt fleissig um, oder stellt ein Gefäss mit destillirtem Wasser in eine Kältemischung, die man durch gewisse Aenderungen der quantitativen Verhältnisse der zu mischenden Salze und Anwendung geringerer Massen der ganzen Mischung leicht so einrichten kann, dass die Temperatur nicht unter 0 sinkt.

4) Beabsichtigt man unter 0 liegende Grade des Wassers oder auch anderer Stoffe einwirken zu lassen, so genügt es, im Winter dieselben eine Zeit lang der Atmosphäre auszusetzen und sie dann unter den nöthigen Vorsichtsmassregeln auf den Nerven zu appliciren. Da ich gezwungen war, den grössten Theil meiner Untersuchungen im Frühjahr anzustellen, so habe ich mir hierzu folgende Vorrichtung anfertigen lassen. Ein würfelförmiger, beliebiger grosser Blechkasten hat in seinem obern Boden zwei Oeffnungen. Die eine grössere (A) wird durch einen Kork verschlossen. Vom untern Boden ragt inwendig bis

unter die Oeffnung ein Holzcyliner, auf dessen obern Querschnitt man die Körper legt, deren Temperatur man auf die Nerven will einwirken lassen. Die andere Oeffnung (B) wird ebenfalls durch einen Kork verschlossen, durch welchen ein Thermometer geht. Um dies von Aussen ablesen zu können, ist die eine Seitenwand des Kastens von Glas. Der ganze Kasten wird nun in eine Kältemischung gestellt; frei bleibt die allernächste Umgebung der Oeffnung A und von der Glaswand so viel, als zur Ablesung des Thermometers nothwendig ist. Hat man in dem Kasten die verlangte Temperatur, so wird der A verschliessende Kork hinweggenommen und der Nerv unseres bekannten Präparates durch die Oeffnung schnell auf das sich dicht unter derselben befindliche Eisstück etc. gelegt. Eine Angabe der nöthigen Kältemischungen findet man unter andern bei Schubart: Physikalische Tabellen pag. 170.

5) Diejenigen Temperaturen, welche in den Nerven keinen Zuckungen erregenden Vorgang vermitteln, sind keineswegs für ihn ein Gleichgiltiges; sie alteriren denselben in der Weise, dass sie je nach ihrer Höhe seine Structur in längerer oder kürzerer Zeit zerstören. Schon ehe die vollständige Zerstörung zu Stande kommt, zeigen sich die erlittenen Veränderungen theils in der allmäligen Abnahme seiner mechanischen Leistungsfähigkeit, theils in der damit Hand in Hand gehenden Abnahme des electrischen Nervenstromes. In dieser Beziehung findet sich bei du Bois (Untersuchungen über thierische Electricität Bd. II. pag. 287) die Angabe, dass wenn der Nerv in Wasser von 40—50° C getaucht wird, der Nervenstrom allmäligen abnimmt.

In Betreff dieser Temperaturen dürften für unsere Zwecke zwei Fragen von Wichtigkeit sein:

Welches sind die Grenzen der nicht Zuckungen erregenden Temperaturen? Es ist klar, dass von bestimmten, d. h. für alle motorischen Nerven jegliches Frosches gültigen Grenzen keine Rede sein kann, weil der Eintritt oder Mangel von Zuckungen bei gewissen Temperaturen durch gewisse, noch nicht näher gekannte spezifische Eigenthümlichkeiten des Nerven mitbedingt wird. Nichts desto weniger aber wird sich bei einer grossen Anzahl von Versuchen irgend ein höchster und irgend ein niedrigster Temperaturgrad herausstellen, der auf den Nerven applicirt, keine Zuckungen bewirkt. Derartige Versuche habe ich in folgender Weise angestellt. Ich tauchte den Nerven in Wasser von einem ziemlich hohen Temperaturgrad, zufällig in solches von 60° R., wobei ich Zuckungen erhielt. Nun rückte ich von Grad zu Grad herunter und fand, dass bis zu etwa 55° R. Zuckungen entstehen oder ausbleiben können. Bei 55° R. habe ich nur selten Zuckungen erhalten. An Präparaten von kleinern Fröschen scheinen bei 55° viel häufiger Zuckungen aufzutreten, als an solchen von grossen, welche in der Regel $57-60^{\circ}$ verlangen. Man darf daher wohl sagen, dass $+53^{\circ}-54^{\circ}$ R. die obere Grenze der nicht Zuckungen erregenden Temperaturen sei. Die untere setze ich nach ähnlichen Versuchen auf $3-5^{\circ}$ R. Es muss daher wohl auch die Angabe Valentins (Lehrbuch der Physiologie des Menschen II. 1. pag. 6, 9), dass Wasser von 38° C. auf einen motorischen Nerven des Frosches gebracht, Bewegungerscheinungen in den betreffenden Muskeln hervorrufe, unrichtig sein. Unsere ganze Frage aber und ihre Beantwortung würde überflüssig, sogar falsch sein, wenn es sich ergeben sollte, dass für die Einwirkung der Temperatur auf die motorischen Nerven derselbe Satz festzuhalten wäre, welcher für die electriche Reizung gilt, wenn

es nämlich wahr wäre, dass jene nur auf Schwankungen in der Temperatur ebenso, wie auf solche in der Intensität des electricischen Stromes antworten und dass die Zuckungen um so mächtiger ausfallen, je grösser die Temperaturschwankung in der Zeiteinheit ist. Beiläufig bemerkt, war dies die Frage, welche ich mir beim Studium des trefflichen Werkes von du Bois-Reymond und in Erinnerung an E. H. Webers Mittheilungen über den Einfluss der Temperatur auf die Gefühlsnerven, vorlegte, und welche die folgende Untersuchung hervorrief. Ich glaube, dass sich jene durch folgenden einfachen Versuch entscheiden lässt. Wir richten von einem und demselben Frosch die beiden Nn. ischiadici mit ihren Mm. gastrocnemii zu, legen den einen in die Bauchhöhle des Thieres, den andern etwa in schmelzendes Eis, oder in nur wenige Grade warmes Wasser (wodurch, wie gezeigt werden wird, der Leistungsfähigkeit des Nerven kein Eintrag geschieht) so lange, bis wir sicher sein können, dass er die Temperatur seines neuen Mediums angenommen habe. Die Temperatur des in der Bauchhöhle liegenden Nerven wird gemessen und dieser dann in eine möglichst niedrige Zuckungen erregende Temperatur gebracht, also in etwa 60° R. warmes Wasser getaucht. Wir erhalten Zuckungen. Taucht man aber nun den in schmelzendem Schnee oder in nur wenige Grade warmem Wasser gelegenen, bei der höchsten nicht Zuckungen erregenden Temperatur, also etwa bei 53—54° R. (für mittelgrosse Frösche) ein, so erhält man keine Zuckungen, obgleich im letztern Fall der Versuch leicht so eingerichtet werden kann, dass der Temperaturunterschied viel bedeutender ist, als im erstern. Ich setze folgende Versuche hierher:

Temperatur der Nerven.	Temperatur des Wassers.	Temperaturunterschied.	Erfolg.
16 ° R.	60 ° R.	44 ° R.	Zuckungen
7 ° - 1)	57 ° -	50 ° -	keine
15 ° -	60 ° -	45 ° -	Zuckungen
8 ° -	57 ° -	49 ° -	keine
16 ° -	60 ° -	44 ° -	Zuckungen
6 ° -	57 ° -	51 ° -	keine
16 ° -	60 ° -	44 ° -	Zuckungen
4 ° -	54 ° -	50 ° -	keine

Diese Versuche scheinen mir zu beweisen, dass der motorische Froshnerv nicht auf Schwankungen in der Temperatur antworte, wie er dies auf solche in der Intensität des electrischen Stromes thut. Diese Ansicht wird nun ausserdem noch insbesondere durch die Thatsache gestützt, dass, wenn der Nerv einer Zuckungen erregenden Temperatur ausgesetzt gewesen ist, bei seiner Herausnahme, d. h. bei einer der ersten Temperatur-Schwankung entgegengesetzten, sich keine Zuckungen einstellen. Eine solche aber, nämlich eine der Oeffnungszuckung bei elektrischer Reizung entsprechende müsste auftreten, wenn sich der letztern die thermische gleich verhielte. Den angeführten Versuchen könnte nur noch entgegengesetzt werden, dass der bis zu einem gewissen Grade abgekühlte Nerv in der Zeit von seiner Herausnahme aus der niedrigen Temperatur bis zum Eintauchen nahezu wieder die Temperatur der Umgebung annehme.

1) Diese niedern Temperaturen verschafft man sich sehr leicht dadurch, dass man in ein grosses, weites Glasgefäss eine Mischung von Salmiak, Salpeter und Wasser bringt, in dieselbe ein Gefäss mit Wasser stellt, in welches letztere man dann den Nerven einige Minuten eintaucht.

Dies ist indess nicht der Fall; denn wenn derartige, abgekühlte Nerven in Zuckungen erregende Temperaturen gebracht werden, vergeht bis zum Eintritt der Zuckungen eine merkliche, messbare Zeit, die mit der grössern oder geringern Abkühlung zu- oder abnimmt, welches nicht statt hat, wenn der Nerv vorher nicht abgekühlt wurde.

In welchem Verhältniss stehen die Zeiten, in denen die Structur des Nerven zerstört wird, zu den jedesmal einwirkenden Temperaturen? Um zu erfahren, wie lange sich der motorische Froschnerv bei einer gegebenen Temperatur erhalten könne, wurde an die untere Sehne des Gastrocnemius ein Faden gebunden und mittelst dieses das Präparat so befestigt, dass der N. ischiadicus vollkommen in das Wasser des innern jenes Doppelgefässes eintauchte und für die constante Temperatur, wie oben angegeben, gesorgt. Bei dem ersten Versuch (bei jeder der Temperaturen, für welche ich das Verhalten des Nerven überhaupt untersucht habe) wurde der Nerv von Zeit zu Zeit herausgenommen und mit dem einfachen Bogen oder durch mechanische Reize geprüft, bis er reactionslos befunden wurde. Dadurch erhielt man die erste Andeutung, wie lange sich der Nerv ohngefähr bei der gegebenen Temperatur erhalten könne. In einem zweiten Versuch wurde er so lange ununterbrochen eingetaucht, als der erste Versuch andeutete. Die Zeiten, während er bei diesem behufs der Prüfung aus dem Wasser herausgenommen worden war, wurden natürlich abgezogen. In einem dritten Versuch wurde er mit Rücksicht auf das Ergebniss des zweiten kürzer oder länger derselben Temperatur ununterbrochen ausgesetzt und wieder geprüft. Indem ich so mehre Versuche, den folgenden immer mit Rücksicht auf den vorhergehenden anstellte, ergab sich eine Zeit, durch welche hindurch ein N. ischiadicus des Frosches bei einer gegebenen Tempe-

ratur überhaupt noch leistungsfähig bleibt. Von genauen und absoluten Zeitangaben kann natürlich wegen der Veränderlichkeit der Energie des Nerven je nach den verschiedenen Individuen keine Rede sein; indem aber für andere Temperaturen durch Anstellung einer Anzahl ähnlicher Versuche sich andere Zeiten herausstellten, durch welche hindurch der Nerv reactionsfähig blieb, konnten die Zeiten mit einander verglichen werden und eine ohngefähre Vorstellung von dem Verhalten des Nerven bei verschiedenen Temperaturen geben. Dass stets frisch eingefangene, kräftige Individuen zur Untersuchung verwandt wurden, braucht wohl nicht hervorgehoben zu werden. Die gewonnenen Resultate habe ich in der beistehenden Zeichnung (Fig. 2) graphisch darzustellen versucht. Die auf der Abscissenaxe aufgetragenen Stücke stellen die Temperaturen dar, bei welchen der Nerv durch die durch die Ordinaten dargestellten Zeiten hindurch reactionsfähig bleibt. Ich habe es bei Bestimmung der wenigen Ordinaten bewenden lassen, weil das Fortschreiten von Grad zu Grad kein so grosses Interesse bot, um die Mühe zu lohnen und weil die bestimmten hinreichen dürften, um im Allgemeinen den Gang des Absterbens bei verschiedenen Temperaturen durch eine Curve zu verzeichnen. Höchst wahrscheinlich hat die Curve ein Maximum, von dessen genauerer Bestimmung indess einstweilen zu abstrahiren ist, zumal da man weiss, mit welchen Schwierigkeiten in der Regel bei allen physikalischen Untersuchungen die experimentelle Bestimmung der Maxima und Minima irgend einer beliebigen Curve, verbunden ist. In Ermangelung nun einer genauen Angabe des Maximums der gedachten Curve, will ich indess einige Versuche mittheilen, welche zeigen, wie lange ein motorischer Froschnerv in Wasser von niedrigen Temperatu-

ren aushalten kann. Ein N. ischiadicus wurde in feingeschabtes, schmelzendes Eis gelegt um 11 h. 49'; um 12 h. 30' war er noch reizbar. Ebenso hielt ein solcher von 8 h. 58' bis 9 h. 45' aus, ohne seine Reizbarkeit vollständig verloren zu haben. Ein anderer wurde in destillirtes Wasser getaucht um 12 h; um 12 h. 30' war er noch reactionsfähig etc. Ebenso würde es sehr unklug sein, die nähern Eigenschaften der Curve untersuchen zu wollen, da voraussichtlich dadurch keine neuen Resultate gewonnen, noch neue Aussichten eröffnet werden dürften. In Bezug auf den Ast *a' b'* habe ich noch zu erwähnen, dass er weniger bestimmt ausfallen musste, als *a b*, weil bei den unter 0 liegenden Temperaturen in den Versuchen der Nerv mit einer Seite auf einem Eisstück lag, auf der andern von Luft berührt wurde und noch nicht bekannt ist, inwiefern die verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten oder andere Eigenschaften der verschiedenen Substanzen hierbei in Betracht zu ziehen sind. Halten wir uns daher vorzugsweise an den Curvenast *a b*, so ergibt sich als Antwort auf die obige Frage, dass die Zeiten, in welchen die motorischen Nerven des Frosches bei verschiedenen Temperaturen absterben, diesen nicht umgekehrt proportional sind, indem jene schneller ab-, als diese zunehmen. Es ist hier der Ort, auf einen Widerspruch aufmerksam zu machen, der sich zwischen den angeführten Beobachtungen und den Behauptungen der Mikroskopiker finden dürfte. Wenn es nämlich wahr ist, dass sich der motorische Froschnerv in Wasser von niedrigen Temperaturen noch eine halbe Stunde und drüber leistungsfähig erhalten kann, so begreift man nicht, wie jenes die Structur des Nerven so schnell auffallend sollte verändern können; man müsste denn die Annahme machen, dass die von den Mikroskopikern angegebenen, als durch

Wasser bewirkten Strukturveränderungen die Function des Nerven in keiner Weise beeinträchtigen, eine Annahme, oder wenn die Angaben der Histologen richtig sind, eine Folgerung, an der man billig zweifeln muss. Ich für meinen Theil halte jene Angaben, wenn nicht ganz falsch, so doch zum wenigsten für sehr übertrieben. Um sich hiervon zu überzeugen, schneide man sich ein Stück aus dem M. mylohyodeus oder einem Hautmuskel eines kleinen Frosches und bringe es ohne weitere mechanische Zurichtung in Wasser von etwa $12-16^{\circ}$ R. unter das Mikroskop. Man sieht in den ersten 5—10 Minuten kaum eine andere Veränderung, als wie an aus dem Körper geschnittenen Nerven, die in thierischen Flüssigkeiten untersucht werden. Erst später fangen die Fasern an, sich an den Rändern zu kräuseln, sich an einigen Stellen einzuschnüren und so nach und nach eine etwas gegliederte Form anzunehmen, während an dem eigentlichen Nervenmark keine Spur irgend eines zerstörenden Vorganges wahrgenommen wird. Ich habe an solchen Präparaten noch nach einer halben Stunde das Mark, wenn auch an einer Faser nicht mehr überall von derselben Dicke, so doch vollkommen durchsichtig und in continuo gesehen. Es steht nichts im Wege, so beschaffene Fasern noch für leistungsfähig zu halten. Noch später, also in der Regel erst nach einer halben Stunde treten die bekannten Veränderungen ein, welche man im Allgemeinen mit Gerinnung des Inhaltes bezeichnet. Daher ist dann wohl ein grosser Theil der angeblich durch Wasser bewirkten Veränderungen der primitiven Nervenfibrillen auf Rechnung der mechanischen Eingriffe beim Präpariren zu setzen.

Wirkt nun auf den motorischen Froschnerven eine Temperatur, die etwa $+56^{\circ}$ R. und darüber, andererseits -5 bis 6° R. und darunter beträgt, so zuckt sein Mus-

kel. In der Regel stellen sich, wenn Präparate von grossen Fröschen angewandt werden, bei 56° R. noch keine Zuckungen ein, gewöhnlich sind 58° — 60° nöthig. Folgende Punkte dürften nun noch zu berühren sein.

6) Eigenthümlichkeiten der durch die Temperaturen des Wassers bewirkten Zuckungen. In der Mehrzahl der Fälle, namentlich, wenn man eine nicht sehr hohe Temperatur einwirken lässt und nicht eine all zu grosse Nervenstrecke eintaucht, zucken nicht alle Muskelbündel des *M. gastrocnemius* gleichzeitig. Indem nun eine grössere oder geringere Anzahl von Muskelbündeln n a c h einander in Zuckungen geräth, gewinnt die Erscheinung den Anschein eines kurze Zeit andauernden unvollkommenen Tetanus des Muskels. Diese Eigenthümlichkeiten haben wohl darin ihren Grund, dass nicht alle zu diesem einen Muskel gehenden primitiven Nervenfasern gleichzeitig getroffen werden. Indem nämlich das Wasser in den Nervenstrang hineindringt, wird es die mehr peripherisch gelegenen Fasern etwas eher, als die centralen treffen. Man könnte dies auch als einen Grund für die Beobachtung ansehen, dass man bei Reizung der motorischen Nerven durch die Wärme niemals so kräftige Zuckungen wahrnimmt, als bei solcher durch Electricität; denn es ist klar, dass die auf einander folgenden Zuckungen einzelner Muskelbündel in uns sehr leicht die Vorstellung einer schwächeren Zuckung des Gesamtmuskels hervorrufen können. Wenn jenem so wäre, würde man auch nicht der Annahme Bequerel's bedürfen, dass die Electricität deshalb stärkere Zuckungen erzeuge, weil der Nerv ihr durch eine grössere Strecke den Durchgang gestatte, jedoch so, dass tiefer liegende getroffene Stellen für die Leitung des von höher gelegenen Stellen erregten Nervenprincips nicht unfähig würden. Ich wage indess nicht, jene Ansicht geltend zu machen.

7) Die Länge der erregten Strecke ist in der Weise auf die Stärke der Zuckungen von Einfluss, dass beide im Allgemeinen mit einander in irgend einem noch unbekanntem Verhältniss wachsen. Die hierher gehörigen Experimente sind leicht anzustellen und bedürfen daher keiner weitern Auseinandersetzung. Bekanntlich gilt derselbe Satz auch in Bezug auf die electriche Reizung, aber es fehlt uns daselbst noch an einer genügenden Einsicht in das Abhängigkeitsverhältniss der Erregungsgrösse von dem Differentialkoefficienten der Dichtigkeitscurve, wie sich nämlich dasselbe mit der Länge der erregten Strecke ändern könne. Für unsern Fall fällt diese Schwierigkeit der Erklärung weg, da sich bereits ergeben hat, dass der motorische Nerv nicht auf Schwankungen in der Temperatur antworte. Ein Theil der Erscheinung, welche wir eine stärkere Zuckung nennen, hat wohl offenbar darin ihren Grund, dass mit der Länge der eingetauchten Strecke die Wahrscheinlichkeit, dass alle die zu dem Muskel gehenden Fasern von einer Zuckungen erregenden Temperatur gleichzeitig getroffen werden, zunimmt, da die Nervenfasern im Verlauf des Nervenstammes ihre Lage wechseln. In Betreff der Hauptsache aber, dass nämlich mit der Länge des erregten Nervenfaserstücks gleich reizbarer Nerven und Muskeln die Kraft der Contraction, messbar durch ein zu hebendes Gewicht, zunehme, muss bemerkt werden, dass es mir an genauen Angaben darüber fehlt. So lange die Gewichte nicht gemessen sind, welche der Muskel bei verschiedenen langen durch Temperatur erregten Nervenstrecken hebt, sind die Vorstellungen über das genannte Verhältniss unbestimmt, und die Wissenschaft darf sich in keiner Weise darauf einlassen, eine nicht über allen Zweifel erhobene Thatsache erklären zu wollen. Von vorn herein hat in der That die Annahme, einer längern erregten Nerven-

strecke entspricht eine stärkere Contraction, nichts Unerklärliches, da die Mechanik lehrt, dass die Grösse der Bewegung irgend eines Körpers abhängig ist, von der Bewegungsgrösse (Product aus Masse mal Geschwindigkeit) des jenen in Bewegung versetzenden. Je grösser daher die unmittelbar erregte Nervenstrecke ist, einen desto grösseren Zuckungen erregenden Vorgang wird sie daher in der nicht erregten Strecke hervorrufen, eine desto grössere Zuckung wird erfolgen. Jenem mechanischen Grundsatz gemäss müsste auch die Stärke der Zuckung mit der Höhe der Temperatur wachsen. Dies scheint sich nun auch allerdings durch den Versuch zu ergeben. So lange aber hier ebenfalls noch genauere Messungen fehlen, wage ich keine Behauptung, da ich recht gut weiss, was sich einer solchen entgegensetzen liesse.

8) Es kann auch gefragt werden, ob nicht die Länge des Nerven dergestalt einen Einfluss auf den Erfolg der Reizung habe, dass bei kürzerer Nervenstrecke schon bei solchen Temperaturen Zuckungen eintreten, bei welchen sie bei sehr langer ausbleiben. Ohne den Versuch zur Entscheidung anzurufen, ist kein Grund vorhanden, sich für die eine oder andere Ansicht zu entscheiden, obgleich bis jetzt keine Thatsachen vorliegen, welche beweisen, dass das am Hirnende eines motorischen Nerven erregte Nervenprincip in dem Verlauf jenes einen Widerstand von Bedeutung vorfände. Die Versuche nun weisen die etwaige Vermuthung, dass niedere Temperaturen Zuckungen erregen könnten, wenn nur die Nervenstrecke hinlänglich kurz sei, zurück. Ich schlage in dieser Beziehung folgenden und ähnliche Versuche vor. Man verschaffe sich eine Temperatur, welche nahe an die Zuckungen erregende grenzt, also etwa eine von $54-55^{\circ}$ R. und tauche das Hirnende in einer Strecke von etwa 2. p. l. ein. Erhält man keine Zuckungen, so kann man getrost den

Nerven bis zu seinem Eintritt in den Muskel eintauchen ohne Zuckungen zu erhalten. Man muss sich, um den Versuch recht augenfällig zu machen, einen *N. ischiadicus* von grosser Länge präpariren. Ich mache hierbei darauf aufmerksam, dass es nicht rätlich ist, die oberste Strecke des Nerven, etwa von der Stelle an, wo er aus dem Becken kommend viele Aeste für die Oberschenkelmuskeln abgibt, für diese Versuche mit heraus zu präpariren. Wegen der dicken Scheide, von welcher er von der bezeichneten Stelle an aufwärts umgeben ist, braucht er nämlich um in Thätigkeit versetzt zu werden, eine etwas höhere Temperatur, als an den übrigen. Es kann sich daher ereignen, dass man beim Eintauchen dieser Stelle keine Zuckungen erhält, während sie bei Benutzung niedriger liegender eintreten. Man ist in diesem Falle sogleich bereitwillig, die Länge des Nerven als Hinderniss des Eintretens von Zuckungen anzusehen, während es doch in der dickern Scheide zu suchen ist. Um dem Einwand zu begegnen, es sei in dem oben angeführten Versuch die Temperatur allzu niedrig gewesen, ist es nöthig, mittelst des andern *N. ischiadicus* desselben Thieres die Temperatur aufzusuchen, bei welcher Zuckungen entstehen. Zweckmässiger kann man noch auf folgende Weise verfahren. Nachdem man mit dem einen *N. ischiadicus* eines Thieres sich nahezu die niedrigste der Temperaturen, bei welchen Zuckungen an diesem Präparat entstehen, ausgemittelt hat, taucht man den andern mit seinem Hirnende ein Stück von etwa 2-3 p. L., in Wasser von dieser Temperatur ein. Hierauf lässt man diese um 2-3° sinken und taucht dann wieder ein und zwar so weit, dass die nicht eingetauchte Strecke bis zum Eintritt in den Muskel sehr klein ist. Ich setze folgende in dieser Beziehung angestellte Versuche her.

Länge der Nn. isch. d. Thieres.	Temperatur.	Erfolg.	Entfernung der eingetauchten Stelle v. Eintritt in d. Muskel.
13 mm	55 ° R.	Zuckung	9 mm
13 mm	53 ° -	keine	1 mm
17 mm	55 ° -	Zuckung	12 mm
17 mm	52,8	keine	1 mm

Besonders belehrend sind auch folgende Fälle. Man trifft es nämlich nicht selten, dass man auf den Nerven gerade eine solche Temperatur einwirken lässt, welche nur sehr schwache Zuckungen hervorruft. Rückt man nun allmähig weiter nach der Eintrittsstelle des Nerven in den Muskel, so müssten, wenn die obige Frage zu bejahen wäre, die Zuckungen kräftiger ausfallen, was aber nicht statt findet. Es braucht wohl nicht bemerkt zu werden, dass wenn man successive weiter rückt, in jedem folgenden Versuch die eingetauchte Strecke nicht merklich grösser sein darf, als im vorhergehenden, weil sonst stärkere Zuckungen eintreten nach dem Satz, dass mit der Länge der eingetauchten Strecke die Grösse der Zuckung wächst.

9) Eine Frage von Bedeutung, weil von ihrer Entscheidung die ganze Vorstellung, welche wir uns über die Art und Weise der thermischen Reizung zu machen haben, abhängt, ist nun die: Wird der Nerv durch Einwirkung derjenigen Temperaturen, welche in ihm einen Zuckungen erregenden Vorgang vermitteln, leitungsunfähig, oder rufen sie in ihm nur eine momentane Aenderung seiner Moleküle hervor, welche nach Entfernung des Reizes wieder in einen Zustand des Gleichgewichts zurückkehren, um bei wiederholter Reizung derselben Art denselben Wechsel der

Molekularzustände zu wiederholen? Valentin hat sich für die letzte Ansicht entschieden und damit die thermische Reizung mit der electricischen auf gleiche Stufe gestellt. Er sagt: (Physiologie, 2. Aufl. II. 1. pag. 69) „Tauchen wir den Nerven in Wasser von 38° C., so ziehen sich zwar auch die Muskeln im Augenblick zusammen (ist übrigens nicht richtig, wie schon oben bemerkt wurde). Der gleiche Versuch kann aber mehre mal hinter einander wiederholt werden, ohne dass nothwendiger Weise immer tiefere Stellen der Wirkung der warmen Flüssigkeit ausgesetzt zu werden brauchen.“ Es lassen sich indess gegen diese Behauptung Zweifel erheben. Die obige graphische Darstellung zeigte uns, wie mit der Zunahme der Temperatur die Zeit, in welcher die Structur des Nerven zerstört wird, in einem viel raschern Verhältniss ab-, als jene zunimmt, so dass es bei den höchsten der nicht Zuckungen erregenden Temperaturen schon fast unmöglich wird, die genannte Zeit zu messen. Einige Versuche, die ich in Bezug hierauf in Gegenwart des Hrn. Prof. Bischoff anstellte, zeigten uns, dass der N. ischiadicus eines mittelgrossen Frosches in Wasser von 54° R. im Mittel von 4 Versuchen nach 4-5 Secunden todt war. Da nun kein Grund vorhanden ist, anzunehmen, dass der Gang der Curve plötzlich ein anderer werde, so folgt, dass der Nerv in seinem Muskel nur dann Zuckungen erzeuge, wenn seine Structur in einer unendlich kleinen Zeit zerstört wird. Es scheint nun in der That, als ob diese Bedingung eine etwas äusserliche und darum unwesentliche sei. Dieses verschwindet aber, wenn man überlegt, dass in unserm Fall die Zeit eine Funktion der Intensität ist, d. h. die Zeit, innerhalb welcher der Nerv abstirbt, ist von der Höhe der Temperatur abhängig. Hiermit steht nun scheinbar die Thatsache, dass stark abgekühlte Nerven, wenn sie einer Zuckungen erregenden Temperatur ausgesetzt werden, erst in kürzerer oder län-

gerer Zeit nach Application der Temperatur auf sie in ihren Muskeln Zuckungen erregen, in Widerspruch. Es ist aber zu bedenken, dass durch die Abkühlung in den Nerven solche Molekularveränderungen hervorgerufen werden, die anderer (entgegengesetzter?) Art sind, als die, welche die nun folgende hohe Temperatur bewirkt; mit andern Worten: jene Abkühlung versetzte den Nerven in einen solchen Zustand, dass er den Anfang machte, nach dem Curvenast *a' b'* abzusterben, während die nun folgende Temperatur verlangt, dass er gemäss des Astes *ab* absterbe. Jene Zeit wird daher nur darauf verwandt, um den Nerven geeignet zu machen, nach *ab* abzusterben. Mit der vorhin angegebenen Bedingung, deren Erfüllung nöthig ist, dass ein Nerv in seinem Muskel Zuckungen errege, fällt nun von selbst die Behauptung weg, dass ein und dieselbe Strecke einer Nervenfasern durch wiederholte Reizung mittelst Zuckungen erregender Temperaturen wiederholt den Muskel zur Thätigkeit erregen könne. Das Experiment widerspricht nun auch in keiner Weise der letztern Ansicht. Es ist aber, natürlich nur unter Anwendung eines Präparates, wie ich es oben beschrieben, bei Anstellung des Versuchs die Vorsicht nöthig, dass man bei wiederholter Eintauchung keine neuen, noch nicht getroffenen Stellen dem Eingriff der Temperatur aussetze. Bisweilen ereignet es sich wohl, dass dennoch bei wiederholter Reizung eine kleine Zuckung auftritt; sie ist aber stets nur auf einen äusserst kleinen Theil des Muskels beschränkt und findet ihre Erklärung in dem bereits angemerkten Umstand, dass die sämtlichen zu einem Muskel gehenden Fasern nicht gleichzeitig getroffen werden.

10) Bisher hat sich uns die Temperatur als in einer zweifachen Weise auf den motorischen Nerven wirkend ergeben: die Structur desselben zerstörend mit dem Auftreten oder Mangel an Zuckungen. Es lässt sich aber

noch eine dritte Art der Einwirkung denken, dass sie nämlich die Erregbarkeit des Nervenprincips und die Leitungsfähigkeit für dasselbe unter gewissen Bedingungen aufheben könne, ohne deshalb in die Structur des Nerven dauernd tödtend einzugreifen. Die Frage nach der Existenz einer solchen Wirkung muss um so ernstlicher genommen werden, als in der That E. H. Weber (Ueber den Einfluss der Erwärmung und Erkältung der Nerven auf ihr Leitungsvermögen. Müller's Archiv 1847. Heft IV. pag. 342) bewiesen hat, dass gewisse Temperaturen des Wassers die menschlichen Empfindungsnerven vorübergehend leitungsunfähig machen können. Ich habe nun wirklich auch bei den motorischen Nerven des Frosches ein solches Verhalten aufgefunden. Der Versuch, welcher dasselbe beweist, ist in folgender Weise anzustellen. Man legt einfach unser ganzes Präparat auf eine Glasplatte, und setzt es einer Temperatur von etwa $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}^{\circ}$ aus. Es gefriert bald, der Muskel ballt sich mehr oder weniger zu einem Klumpen zusammen, ohne jedoch in Zuckungen versetzt zu werden. Sobald das Gefrieren beginnt, prüft man mit dem Bogen so lange, bis sich das Präparat unwirksam erweist. Wenn man dann dasselbe durch etwas warmes Wasser ($17-20^{\circ}$ R) schnell aufthaut, so hat man wieder ein vollkommen leitungsfähiges Präparat. Stellen sich etwa Zuckungen ein, so gelingt der Versuch nicht; höchstens darf ein Flimmern in einzelnen Muskelbündeln vorkommen. In einer vollendetern Form (blos den Nerven leitungsunfähig zu machen, während am Muskel gar keine Veränderungen vor sich gehen) hat mir freilich der Versuch noch nicht recht glücken wollen. Wenn ich versuchte, den Muskel vor der Kälte durch eine Umhüllung zu schützen, so frod der Nerv nie allein. Man darf indess an der Erregungslosigkeit und Leitungsfähigkeit des Nerven nicht im Geringsten zweifeln, denn in bei weitem den meisten Fällen

erhält man, während man beim Anlegen des Bogens an den Nerven gar keine Zuckungen mehr erhält, noch deutlich solche bei Application jenes an den noch nicht durch und durch vollkommen hart gefrorenen Muskel. Für diejenigen, welche den Versuch wiederholen wollen, bemerke ich, dass sie sich durch das Misslingen der ersten Versuche nicht wollen abschrecken lassen. Die Temperatur, bei welcher er gelingt, ist für jedes Präparat eine andere und liegt so nahe an der, bei welcher Zuckungen eintreten, dass man gar oft Gefahr läuft, eine Temperatur einwirken zu lassen, welche Zuckungen erregt und damit die Structur des Nerven unrettbar zerstört. Daher kann es dann auch geschehen, dass bei irgend einer Temperatur, etwa $3\frac{1}{2}^{\circ}$ R., der Versuch an einem Präparat gelingt, während dieselbe bei einem andern schon Zuckungen hervorruft und der Versuch fehl schlägt. Zum sichern Gelingen ist es nöthig, dass, sobald das Präparat der genannten Temperatur ausgesetzt ist, man mit dem Bogen in der Hand dasselbe überwacht und dass, sobald die Reactionslosigkeit eingetreten ist, man schnell aufthaut. Wie der Verlust der Reactionslosigkeit des Nerven nun eigentlich zu denken sei, wissen wir nicht. Für den gegenwärtigen Fall habe ich folgende Erklärung versucht. Wenn der Nerv auf irgend einen Reiz reagirt, so ändert sich die gegenseitige Stellung seiner Moleküle. Damit diese leicht von Statten gehe, muss eine gewisse Menge den Nerven durchdringende Flüssigkeit vorhanden sein. Man weiss nun, dass Salzlösungen und daher auch die organischen Flüssigkeiten einen tiefer liegenden Frostpunkt (Blut etwa 6° C.) als das reine Wasser haben und dass im Allgemeinen mit der Zunahme der Concentration der Frostpunkt solcher Lösungen sinkt. Man kann sich daher das die Nervensubstanz in Auflösung haltende Wasser als in zwei Theile gespalten denken, von denen der eine bei einem gewissen Grad heraus-

frieren kann, während der andere, die eigentliche Nerven-
 substanz noch gelöst haltende, nun concentrirter ist, da-
 her einen tiefern Frostpunkt hat und sich so bei der an-
 gegebenen Temperatur die Structur des Nerven erhält,
 ohne jedoch, wegen der nicht hinlänglichen Beweglichkeit
 ihrer Moleküle reactionsfähig zu sein. Diese Erklärung
 hat allerdings das Missliche, dass sie die nicht bewiesene
 Voraussetzung macht, es sei die bei der Innervation
 nöthige Beweglichkeit der Nervenmoleküle durch die in
 dem Nerven befindliche Flüssigkeit vermittelt. Die Zuläs-
 sigkeit der Voraussetzung wird um so bedenklicher, als
 sich nach den Untersuchungen von du Bois eine Menge
 von Thatsachen vereinigen, welche die vollendetste
 Analogie zwischen dem Bewegungen erregenden Vor-
 gang und der Induction darthun. Man könnte daher denn
 auch der Ansicht sein, dass die bei der Erregung erfol-
 gende Bewegung der Moleküle nicht nothwendig der
 Flüssigkeit bedürfe, sondern dass sie auf dieselbe Weise
 geschehen könne, wie sie etwa geschieht, wenn in einem
 geschlossenen Draht ein Strom inducirt wird. Dies vor-
 ausgesetzt, würde sich der obige Versuch noch auf mehr-
 fache Weise erklären lassen; man sieht aber ein, dass
 jegliche Erklärung so lange Hypothese bleiben wird, als
 der Bewegungen erregende Vorgang selbst noch unbekannt
 ist. Einen positiven Temperaturgrad, bei welchem der
 motorische Nerv ebenfalls auf eine Zeit seine Reactions-
 fähigkeit verliere, wie ein solcher nach Weber für einige
 Sinnesnerven existirt, habe ich bis jetzt nicht finden
 können.

11) Aus den vorgebrachten Thatsachen ergibt sich nun,
 dass die Temperatur als Reizmittel der Electricität als
 eben solchem nicht gleichbedeutend zu setzen ist,
 da bekanntlich diese nur durch Schwankungen in ihrer
 Intensität wirkt und dabei der Structur des Nerven auf
 die Dauer kein wesentlicher Eintrag geschieht. Nur für

einen Fall ist die Wirkungsart der Wärme dieselbe, wie die der Electricität. Wirkt nämlich auf den Nerven ein electricischer Strom, zwar von constanter Intensität, aber übermächtiger Stärke, so treten in den zugehörigen Muskeln Zuckungen auf, die man ohne Zweifel als auf Electrolyse beruhend ansehen kann. So wirkt auch die Wärme: „Jede durch Wärme erregte Zuckung ist von einer Zersetzung, oder besser, dauernden Veränderung des Nervenmarks begleitet.“ Der umgekehrte Satz, dass jede durch Wärme bewirkte dauernde Veränderung des Nervenmarks Zuckungen bewirke, ist nicht richtig. Er gilt nur, wenn auch noch die zweite Bedingung, dass jene in einer unendlich kleinen Zeit geschehe, erfüllt ist. Wir dürfen weiter fragen, welcher Art die zur Hervorbringung von Zuckungen nöthige Zersetzung im Nerven sei. Die positiven Temperaturen, welche sie bewirken, sind von der Art, dass sie ziemlich vollständig das Eiweiss ¹⁾ coaguliren und man dürfte daher wohl, trotz des geringen Eiweissgehaltes der Nervensubstanz, vermuthen, dass die durch Wärme erregte Zuckung eine Folge der momentan bewirkten Coagulation des Eiweisses sei. Wie aber durch dieselbe eine Zuckung zu Stande komme, ist noch unbekannt. Hiermit ist nun keineswegs behauptet, dass nur eine solche Strukturveränderung, welche in einer schnellen Gerinnung des Eiweissgehaltes bestehe, Zuckungen erzeuge, denn die unter 0 liegenden Temperaturgrade, welche Zuckungen hervorrufen, führen das Eiweiss in keinen unlöslichen Zustand über, sondern bewirken irgend eine andere, nicht näher bekannte, dauernde Structurveränderung. Ich vermuthete, dass auch die chemischen und mechanischen Reize, falls sie Zuckungen hervorrufen, die Structur des Nerven dauernd ändern. Für eine Anzahl

¹⁾ Eiweiss coagulirt bei 70—75° C. = 58—60° R.

chemischer Agentien glaube ich dies schon jetzt beweisen zu können, ich werde indess später hierüber Genaueres mittheilen. Dass die mechanischen ebenso wirken, scheinen mir die widersprechenden Angaben Galen's, Valsalva's, Morgagni's und Fontana's in Beziehung auf das bekannte Experiment am Stimmnerven anzudeuten. Es wäre nur noch die Frage zu beantworten: Warum die Wärme nicht wie der electriche Strom wirke? Dies ist aber zur Zeit noch unmöglich und kann erst dann geschehen, wenn es gelingt: einerseits den Unterschied zwischen dem Wesen der Wärme und dem der Electricität bestimmt auszusprechen, andererseits zu ermitteln, in welcher Weise die electriche Ströme der thierischen Erreger die Eigenthümlichkeiten der electriche Reizung mitbedingen helfen.

12) Unter der Voraussetzung, dass die durch Reize bewirkten Vorgänge in den peripherischen Bewegungs- und peripherischen Empfindungsnerven identisch sind, eine Voraussetzung, die man wohl, ohne bedeutenden Widerspruch zu erfahren, machen kann, folgt ferner, dass die an das Ende der Empfindungsnerven gelegten Prüfungsorgane empfindlicher sind, als die am Ende der motorischen gelegenen. Diese Behauptung gilt jedoch nur für den Fall, dass sich erweisen liesse, dass durch solche Reize der motorischen Nerven, welche keine Zuckungen in den Muskeln hervorrufen, auch durchaus keine Molekularveränderungen irgend welcher Art in dem Muskel statt finden. Es käme also darauf an, zu untersuchen, ob es nicht möglich sei, etwaige durch nicht Zuckungen erregende Temperaturen in dem Muskel hervorgerufene Molekularveränderungen anschaulich zu machen. Es liegt nahe, an eine Modification, negative Schwankung, des electriche Muskelstromes zu denken. Allein die zu diesem Zwecke von mir an dem Galvanometer unseres Institutes angestellten Ver-

suche ergaben ein negatives Resultat. Ich würde gegen diese Versuche misstrauisch sein, wenn nicht Herr du Bois-Reymond, welcher die Güte hatte, Versuche in dem angegebenen Sinne an seinem Galvanometer mit 4650 Touren anzustellen, zu demselben Resultat gelangt wäre. Wir könnten daher bis auf Weiteres glauben, dass in der That der Muskel für die durch thermische Reize bewirkte Nerventhätigkeit weniger empfindlich sei, als die Centraltheile des Nervensystems, wenn nicht noch folgender Umstand zu berücksichtigen wäre. Nach Webers Untersuchungen (Artikel Tastsinn und Gemeingefühl in Wagners Handwörterbuch III. 2. pag. 496) nämlich steht es fest, dass ein Theil der grössern Empfindlichkeit der Empfindungsnerve auf Rechnung der an den peripherischen Enden derselben liegenden Organe, die allerdings zum Theil noch unbekannt sind, zu setzen ist. Die einzelnen Versuche, welche dies beweisen, sind dortselbst nachzulesen. Dieser Antheil scheint indess jedoch von nicht so grosser Bedeutung zu sein, als dass wir der vorigen Folgerung nicht beitreten sollten.

Anmerkung. Zunächst wäre nun eine ähnliche, wie für die Froschnerven geführte Untersuchung an den motorischen Nerven eines warmblütigen Thieres vorzunehmen. Die Temperaturen, welche bei diesen Zuckungen erregen, scheinen zum Theil andere zu sein. Wenigstens kann ich die Thatsache mittheilen, dass wenn ein motorischer Kaninchennerv mit schmelzendem Eis berührt wird, schon Zuckungen auftreten. Vielleicht eignet sich zu solchen Versuchen der N. phrenicus mit einem anhängenden Stück Zwerchfell. Ferner ist zu untersuchen, in welcher Weise die Wärmeleitungsfähigkeit verschiedener Substanzen einen Einfluss auf das Entstehen oder Ausbleiben der Zuckungen und die Stärke derselben haben.

2.



